

Ärende MARKS KOMMUN	Datum 1980-03-06	Sida 1
Utfärdare A W Johansson/KB	Ref. nr. 34302 050 230	

STADSPLAN , SLÄTTÄNG

KOMPLETTERANDE GEOTEKNISK UTREDNING, STABILITETSBERÄKNING

BIFOGAS

Situationsplan, skala 1:2000

Ritn 1

(kopia av planer tillhörande J & W:s
utredning 8-086 001)

Stabilitetsberäkningar, sektion, str 1:200

Ritn G 501-506

ORIENTERING

På uppdrag av Marks kommun, byggnadsnämnden har Göteborgs Förorter utfört kompletterande stabilitetsberäkningar för de branta släntpartier mot Häggån, som ligger nordost och söder om föreslagen sjukhemstomt. Beräkningar, utförda i tidigare geotekniska utredningar, visar att dessa släntpartier har mycket låg nominell säkerhet vid dränerad analys. Av denna anledning har Statens Geotekniska Institut (SGI), som på Länsstyrelsens uppdrag granskat de geotekniska förutsättningarna för planen, förordat kompletterande utredningar, så att "eventuellt erforderliga stabiliserande åtgärder inom angränsande tomter kan komma till stånd samtidigt med utbyggnaden av sjukhemmet".

Avsikten med de kompletterande stabilitetsberäkningarna var att belysa hur olika portrycksfördelningar, avschaktning och stödfyllning inverkar på stabiliteten.

SAMMANFATTNING

Jordlagren inom området består huvudsakligen av fast, starkt överkonsoliderad lera, med varierande och i huvudsak stor mäktighet.

Utförda stabilitetsberäkningar (effektivspänningsanalyser av cirkulärcylindriska glidytor, $\varphi' = 30^\circ$, $c' = 0$) visar låg nominell säkerhet. Vid en antagen portrycksfördelning motsvarande en grundvattenyta i befintlig marknivå längs hela slänten var beräknade säkerhetsfaktorer $F_{\varphi'} < 1,0$ (d v s skred skulle teoretiskt redan ha inträffat) för de branta slänterna 122-102 samt 19-114. Även för den antagna lägre portrycksfördelningen (4 m under markytan vid släntrönen) var säkerhetsfaktorn $< 1,0$ för ytliga glidytor (omfattande enbart slänten) i sektion 122-102.

Att slänterna står kvar trots att framräknade säkerhetsfaktorer är $< 1,0$ innebär att de förutsättningar som använts vid beräkningarna ej överensstämmer med verkliga förhållanden.

Således har i beräkningarna ej tagits hänsyn till att portrycket över "grundvattenytan" - i den kapillära zonen - är negativt, vilket ger högre effektivspänningar och därmed högre hållfasthetsvärden än vad som använts. Vidare har ej den sammanhållande effekten av trädrötter, vegetation m m medräknats.

På goda grunder kan därför antagas att säkerhetsfaktorn för nuvarande förhållanden är $\sim 1,0$.

Ex. vis lågt vatten-
stånd i Haggrän
och kraftig underbörd

Även detta ger dock en instabil slänt i det fall någon eller några av de faktorer som har stabiliserande inverkan på slänten skulle försämrats.

Av denna anledning erfordras någon form av stabilitetsförbättrande åtgärder för de slänter med låg stabilitet som ligger i anslutning till sjukhemstomten. Enligt utförda beräkningar kan en stabilitetsförbättring med minst 15-60 % ske genom en kombination av avschaktning och motfyllning (varierande för olika glidytor).

Enbart anschaktning har förhållandevis liten inverkan på stabiliteten på grund av den sänkning av effektivspänningarna som detta medför (jämför sektion 19-114). Stabilitetsförbättringen på glidytor med låg stabilitet blir med hög grundvattenyta (i marknivån) 7-20 %. Vid lägre portrycksfördelning (4 m under grundvattenytan) blir stabilitetsförbättringen på grund av avschaktning enbart 6-8 %. Här är dock utgångsvärdena på beräknade säkerhetsfaktorer för naturlig slänt högre (1,22-1,58). För att erhålla en reserv vid höga portryck rekommenderas stabilitetsförbättring genom avschaktning i sektion 19-114 trots den blygsamma stabilitetsförbättrande effekten vid den lägre portrycksfördelningen enligt beräkningsförutsättningarna.

För övriga slänter med låg säkerhet rekommenderas stabilitetsförbättring genom stödfyllning i kombination med avschaktning. Enbart stödfyllning kan ej ske med hänsyn till fyllningens lokala stabilitet.

Den flackare slänten mitt för sjukhemstomten har enligt tidigare utredningar tillfredsställande stabilitet och några stabilitetsförbättrande åtgärder skulle således ej erfordras här.

Inom de partier norr och söder om tomten där Häggån går nära den branta slänten eller föreslagen stödfyllning rekommenderas att risken för erosion i åslänten, vilket försämrar stabiliteten, elimineras genom att erosionsskydd utlägges.

Underlag för geoteknisk bedömning

Inom och i anslutning till aktuell sjukhemstomt har Älvsborgs Läns Landsting givit J & W i uppdrag att utföra en geoteknisk undersökning. Resultatet redovisas i ett utlåtande daterat 1978-12-21 (J & W. arbetsnummer 8 086 001) I denna utredning har även resultatet av den undersökning som Göteborgs Förorter utförde i ett tidigare planskede redovisats (GF:s utredning 34302 021 230, dat 1976-01-09).

Geotekniska förhållanden

Här ges endast en kort sammanfattning av områdets geotekniska förutsättningar av betydelse för släntstabiliteten. För mer detaljerad information hänvisas till J & W:s utredning 8 086 001.

Jordlagren består i huvudsak av lera till i regel stora djup. Vid sonderingar i och nedanför slänterna har stopp erhållits på max 40 m djup. Lerdjupet vid släntkrönet bedöms vara minst inom gränsområdet mot begravningsplatsen i söder - 10 å 15 m - och störst inom gränsområdet vid Stommens gård i norr - 30 å 35 m - samt däremellan vara 20 å 25 m. Nedanför slänten är lerdjupen fortfarande minst mot begravningsplatsen, endast några meter, och störst mittför sjukhemstomten, ca 25 m, samt vid gården 15 å 20 m.

Leran överlagras inom den övre delen av området av sand. I anslutning till släntkrönen är sandlagrets mäktighet max ca 1 m.

Inom huvuddelen av själva slänten saknas det täckande sandlagret helt eller har liten mäktighet. Längst i söder - vid begravningsplatsen - är dock det täckande sandlagret ca 3 m tjockt (bh 101).

Leran är starkt uppblandad med silt och även rikligt genomsatt av silt- och sandskikt. Lerans skrymdensitet är hög, ca $2,0 \text{ t/m}^3$. Leran är fast med en uppmätt skjuvhållfasthet som i regel är större än 70 kPa. Beroende på lerans innehåll av silt och sand är skjuvhållfasthetens spridning stor både enligt konförsök och vingborrförsök. I de flesta försökspunkterna ligger värdena över 100 kPa. Vid konsoliderade, dränerade skjuvförsök på lerprover från 8 och 15 m djup i borrhål 113 erhöles värden vid rådande effektivtryck som ungefär motsvarar en inre friktionsvinkel av ca 30° , se bilaga 12 och 13. Lerans sensitivitet är mycket hög i borrhål 113 på 8-18 m djup, lokalt över 100 (kvicklera), medan den i övriga försökspunkter är normal.

Porvattentrycket i och under lerprofilen har bestämts dels vid portryckssonderingar och dels genom observation av nedsatta portrycksmätare. Porvattentryck motsvarande en stignivå över markytan (artesiskt vattentryck) har endast uppmätts i två punkter, borrhål 25 och 110 inom det nedre flacka partiet, på 7 m och 8 m djup. Stignivån har varit maximalt 2,5 m resp 1 m över markytan. I övrigt motsvarar uppmätta porvattentryck stignivåer ungefär i marknivån eller någon meter därunder. Porvattentrycket har en tendens att mot djupet bli lägre än det från de övre lagren motsvarande hydrostatiska trycket. I punkterna 114, 110 och 25 motsvaras porvattentrycket på 27, 17 resp 19 m djup vattennivå + 40 å 42, d v s ungefär motsvarande vattennivån i Häggån (ca + 42). Det bör slutligen uppmärksammas att porvattentrycken varierar med årstiden.

Hittills utförda mätningar ger ej någon helt entydig bild av portrycksfördelningen i lerprofilen.

Stabilitet

Beräkningsförutsättningar

I J & W:s utredning har stabilitetsberäkningarna omfattat odränerad och dränerad analys (c , $c' - \varphi'$ och φ' -analys).

Vid beräkningar med den odränerade skjuvhållfastheten (c -analys) har den nominella säkerhetsfaktorn beräknats till minst 1,5-faldig även för de branta slänterna mot begravningsplatsen och Stommens gård, varför någon ytterligare c -analys ej bedöms nödvändig (avschaktning ger alltid stabilitetsförbättring vid c -analys).

För sjukhemstomtens slänt mot Häggån är stabiliteten tillfredsställande både med dränerad och odränerad analys.

Vid dränerad stabilitetsanalys av de branta slänterna har J & W erhållit säkerhetsfaktorer betydligt mindre än 1,0 (0,6) för gränsområdet mot begravningsplatsen samt något lägre än eller omkring

1,0 för gränsområdet mot Stommens gård. I regel går dessa glidytor ytligt. Vid beräkningarna har ett portryck motsvarande en grundvattenyta i eller något under markytan förutsatts.

De kompletterande stabilitetsberäkningarna i föreliggande utredning har utförts enbart med effektivspänningsanalys av cirkulär-cylindriska glidytor. För de effektivspänningar, som är aktuella har lerans dränerade skjuvhållfasthet endast förutsatts ha en friktionsandel $\varphi' = 30^0$, $c' = 0$. Beräkningarna har utförts med hjälp av dator Wang 2200 med ett program Sl.11-1, vilket beräknade stabiliteten i princip enligt handboken Bygg, kap 174:642. Programmet har under vintern 1980 testats mot SGI:s datorprogram SSTABI - överensstämmelsen har varit god.

Beräkningarna har utförts vid två olika portrycksfördelningar - båda med hydrostatisk portrycksökning med djupet. I ena fallet följer nollportryckslinjen (grundvattenytan) i princip marknivån längs hela slänten. I det andra antas nollportrycket ligga 4 m under markytan över och i anslutning till släntkrönen och ligga i nivå med markytan nedanför slänten.

Beräkningsresultat

Stabilitetsberäkningarna har omfattat analys av ett stort antal glidytor (flera hundra per sektion). I åtskilliga fall erhöles säkerhetsfaktorer $< 1,0$. De allra lägsta säkerhetsfaktorerna erhöles för mycket ytliga glidytor, speciellt vid den antagna högre portrycksfördelningen. Dessa glidytor bedöms dock ej ha något direkt inflytande på sjukhemstomten. Även för något djupare glidytor erhöles dock låga säkerhetsfaktorer - i vissa fall $< 1,0$.

På bifogade ritningar har ett antal representativa glidytor redovisats.

Eftersom slänterna står måste den verkliga säkerhetsfaktorn vara minst 1,0 även för de farligaste glidyterna. Att skred ej utlösts trots beräkningsresultaten måste bero på någon eller en kombination av följande orsaker:

- a) Hänsyn har ej tagits till alla stabilitetspåverkande faktorer (såsom porundertryck och sammanhållande vegetation).
- b) Ingående parametrar är något för ogynnsamt valda.
- c) Beräkningsmodellen beskriver ej med tillräcklig noggrannhet verkliga förhållanden.

Av beräkningsresultaten kan dock konstateras att risk föreligger för ytliga skred i de branta delarna av slänterna 19-114, 33-35 och 122-102. Risken för bakåtgripande skred, vilka kan omfatta de närmaste delarna av sjukhemstomten, är svår att bedöma.

Högsensitiv lera, vilken förekommer i bh 113 ökar denna risk.

Äldre skred inom Viskans och Häggåns dalgångar i den trakt där aktuellt område ligger har dock i nästan samtliga kända fall haft starkt begränsad utbredning.

Eftersom risken för påverkan på sjukhemstomten ej kan uteslutas rekommenderas att skredrisken minskas genom en kombination av stödfyllning och avschaktning. På bifogade sektioner har stabilitetsförbättringen av angivna åtgärder redovisats, dels med nominella säkerhetsfaktorer, dels i % av den nominella säkerhetsfaktorn för aktuell glidyta vid naturlig slänt.

Förslag till stabilitetsförbättring

Beräkningarna har resulterat i det förslag till stabilitetsförbättring som redovisas på bifogade ritningar. Där utrymmet och den lokala stabiliteten i omedelbar anslutning till Häggån så medger har stödfyllningar föreslagits, eftersom denna har en

förhållandevis stor stabilitetsförbättrande effekt. Enbart avschaktningar ger på grund av den samtida minskningen i effektivspänningen mindre stabilitetsförbättring. För vissa glidytor med början på längre avstånd från slänten än avschaktningen medför denna en obetydlig stabilitetsförsämring. Den nominella säkerhetsfaktorn för dessa glidytor var dock från början hög ($F \sim 1,5$).

För att förhindra att erosion från Häggån försämrar stabiliteten i de känsliga delarna föreslås erosionsskydd på de sträckor som redovisas på bifogad planritning.

I sektion 19-112 medger ej utrymmet nedanför slänten att någon stödfyllning utlägges. Djupare avschaktningar än vad som föreslagits ger endast obetydliga stabilitetsförbättringar, varför avschaktningen bör begränsas till den föreslagna trots att stabilitetsförbättringar uppgår till 7-15 %.

För den flacka slänten mot Häggån (från och med vägen nordost om sjukhemstomten till och med sektion 118-7 har inga stabilitetsförbättrande åtgärder föreslagits, eftersom nuvarande stabilitet bedöms vara godtagbar.

Sydost om sjukhemstomten (omkring sektion 122-102) föreslås 2 m avschaktning (avschaktning 1) samt stödfyllning enligt bifogade ritningar.

I anslutning till de brantare släntkrönen bör avskärmande dräneringar anordnas.

Kompletterande undersökningar

Innan stödfyllningarna utlägges skall de ytliga jordlagren under dessa kontrolleras, eftersom förekomst av svämsediment ej kan uteslutas.

Detaljerad beskrivning med ritningar för avschaktning, stödfyllning och erosionsskydd bör upprättas.

I några punkter i de branta slänterna i norr och söder rekommenderas långtidsmätningar av portrycket. Om möjligt bör dessa utsträckas så länge att eventuell inverkan av bebyggelse, dränering m m inom sjukhemstomten kan studeras.

GÖTEBORGS FÖRORTER
Ingenjörskontoret
Geotekniska avdelningen

S-O Westman



Åke Johansson



Förklaringar

- TOMTGRÄNS
- FÖRESLAGEN GRÄNS MOT ARAVINEN FÖR NYBYGGNATION
- 8 PORTRYCKSSONDERING
- 9 DJUP I METER TILL FÖR SONDERINGEN FAST BOTTEN

BORRHÄL 1 - 35 TILLHÖR GÖTEBORG FÖRORTERS UNDERSÖKNING
UPPDRAG 34302 021 230. ALL VINGBORRNING, PORTRYCKS-
SONDERING OCH PROVTAGNING I BORRHÄLEN FÖRUTOM I BH 2,
9, 24 OCH 26 TILLHÖR DOCK J&W.

EROSIONSSKYDD

GF RITN 4 501
4 502

STÖD-
FYLNING

MARKS KOMMUN
STADSPLAN SLÄTTÄNG
FÖRSLAG TILL STABILITETS-
FÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER
LITT. 34302 050 230

OBSERVERA!
DENNA KOPIA ÄR FÖRMINSKAD
TILL HALVA SKALAN



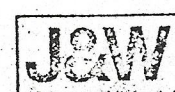
INGENJÖRSKONTORET Box 5056, 402 22 Göteborg S
Telefon 031/81 02 60

Måtn.	Rit.	Ref.
		ÅKE JOHANSSON

Göteborg 1980-03-06

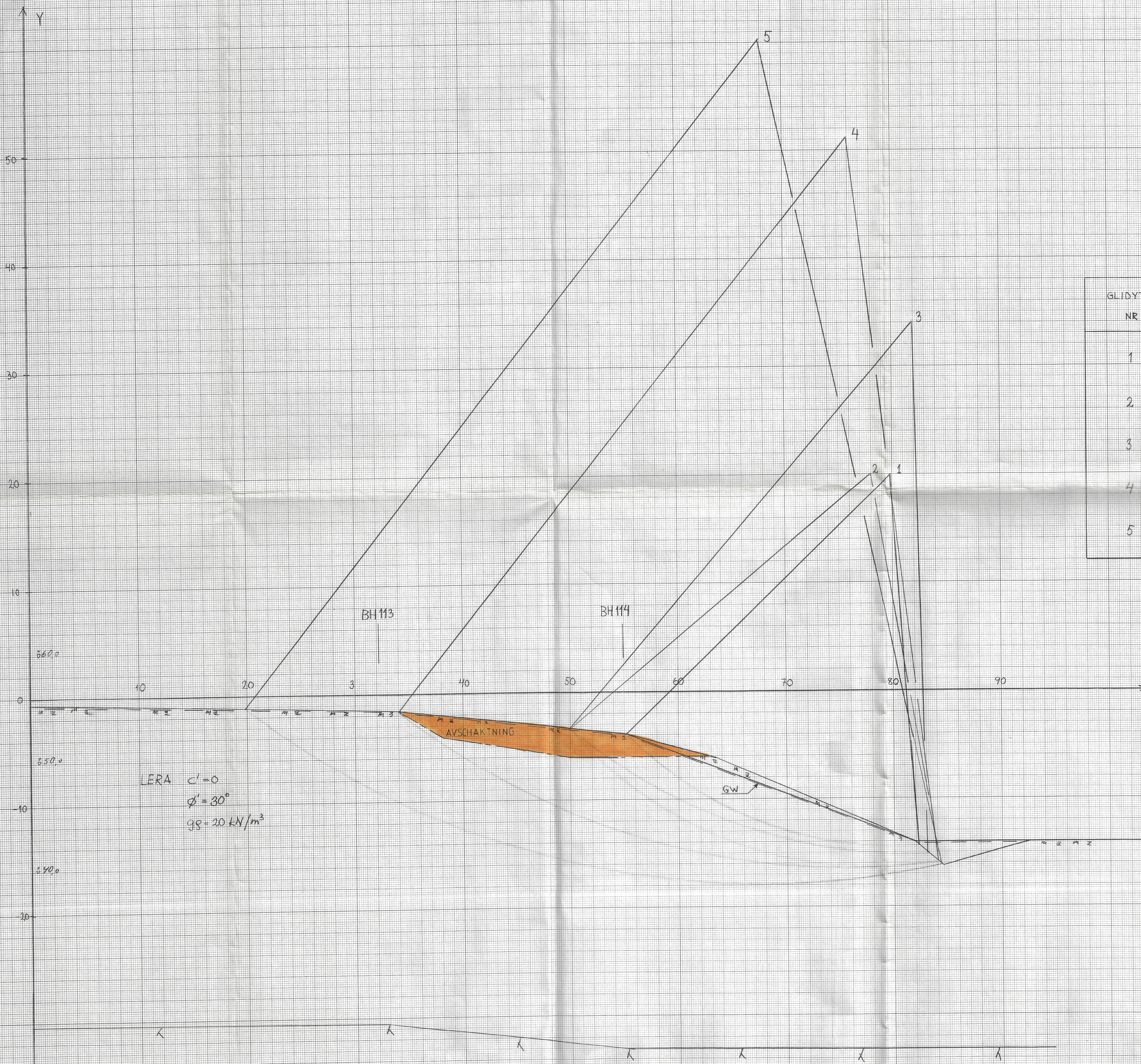
S-O WESTMAN/ *Åke W. Johansson*

OBSERVERA!
DENNA KOPIA ÄR FÖRMINSKAD
TILL HALVA SKALAN



AB Jacobson & Widmark 831-80 37 80
Postgatan 28 411 06 Göteborg
Förord konstruerad av: R. KALLSTRÖM
Granskad godkänd av: Datum
1980-12-21

Reg.	Ant.	Projekterad av	Sign.	Datum
KINNA SJUKHEM GEOTEKNISK UNDERSÖKNING STABILITET PLAN				
SKALA 1:100				
Arbetsnummer: 8 086 001				
Förord konstruerad av: 1				



GLIDYTA NR	NATURLIG SLÄNT F_p	AVSCHAKTNING F_p	STABILITETSFÖRBÄTTRING %
1	0,86	0,92	7
2	0,91	1,07	17
3	0,86	0,99	15
4	1,14	1,39	21
5	1,47	1,52	4

LERA $c' = 0$
 $\phi' = 30^\circ$
 $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$

MARKS KOMMUN



INGENJÖRSKONTORET Box 5556, 402 22 Göteborg S
Telefon 031-81 02 60

Måtn. Rit. Handläggare
 ÅKE W JOHANSSON

Göteborg 1980-03-06
 S-O WESTMAN / *Åke W. Johansson*

Rev. Ant. Revideringen avser Ref. Datum

STADSPLAN SLÄTTÄNG

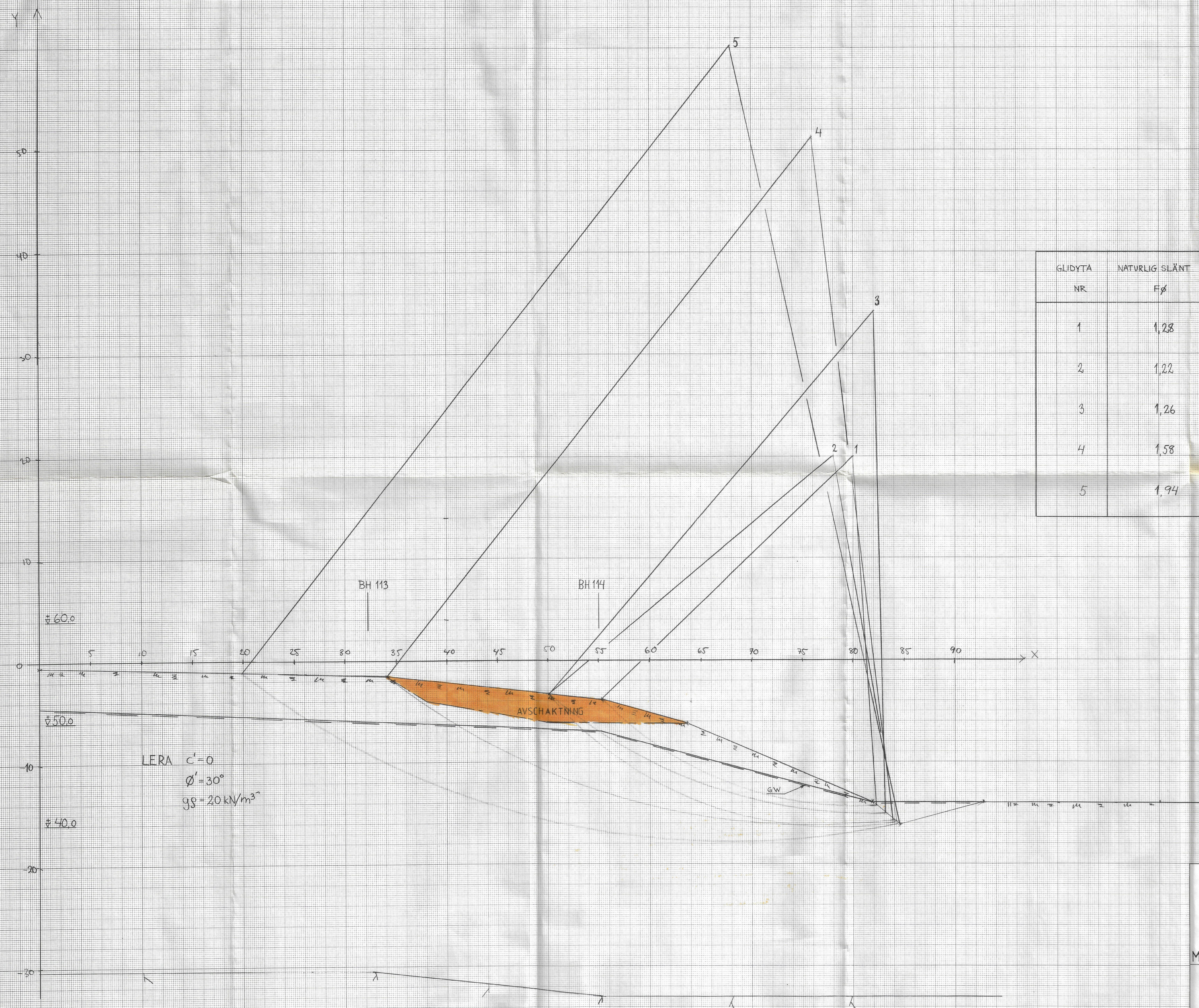
SEKTION 19-114

STABILITETSBERÄKNING

GRUNDVATTENYTAN I MARKNIVÅ

SKALA 1:200

Uppdrags nr 34302 050 230
 Ritning nr G 501



GLIDYTA NR	NATURLIG SLÄNT Fφ	AVSCHAKTNING Fφ	STABILITETSFÖRBÄTTRING %
1	1,28	1,36	6
2	1,22	1,33	9
3	1,26	1,35	8
4	1,58	1,70	8
5	1,94	1,90	-2

MARKS KOMMUN



INGENJÖRSKONTORET Box 5056, 402 22 Göteborg S
Telefon 031-81 02 80

Måtn. Rit. Handläggare
Göteborg 1980-03-06 ÅKE W JOHANSSON

S-O WESTMANI *Åke W. Johansson*

Rev.	Ant.	Revideringen avser	Ref.	Datum
------	------	--------------------	------	-------

STADSPLAN SLÄTTÄNG

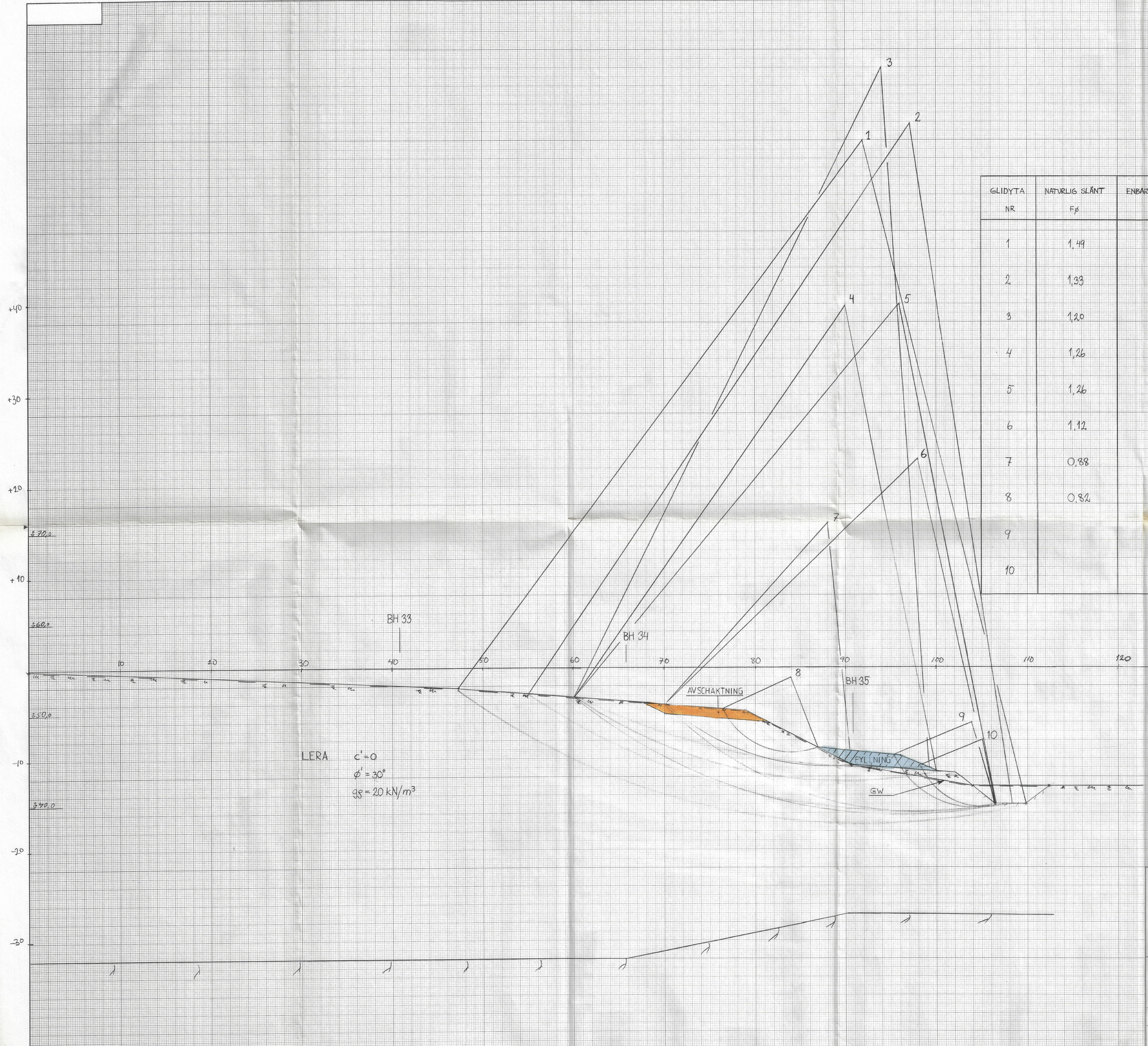
SEKTION 19-114

STABILITETSBERÄKNING

GRUNDVATTENNYTA 4M UNDER MARKNIVÅN
SKALA 1:200

Uppdrag nr
34302 050 230

Ritning nr
G 502



GLIDYTA NR	NATURLIG SLÄNT F ϕ	ENBART UPPEFILLNAD F ϕ	STAB.FÖRBÄTTRING %	AVSKAKTNING + UPPE F ϕ	STAB.FÖRBÄTTRING %
1	1,49	1,60	7	1,62	9
2	1,33	1,45	9	1,49	12
3	1,20	1,57	31	1,67	39
4	1,26	1,56	24	1,65	31
5	1,26	1,38	10	1,44	15
6	1,12	1,26	13	1,39	24
7	0,88	1,28	46	1,56	78
8	0,82	0,86	5	1,09	33
9		1,21		1,21	
10		1,12		1,12	

MARKS KOMMUN

göteborgs

förorter

INGENJÖRSKONTORET

Box 5056, 402 22 Göteborg S
Telefon 031-81 02 60

Matn.

Rit.

Handläggare
ÅKE W JOHANSSON

Göteborg

S-O WESTMAN / Åke W. Johansson

Rev. Ant.

Revideringen avser

Ref.

Datum

STADSPAN SLÄTTÄNG

SEKTION 33-116

STABILITETSBERÄKNING

GRUNDVATTENYTAN I MARKNIVÅ

Uppdrag nr

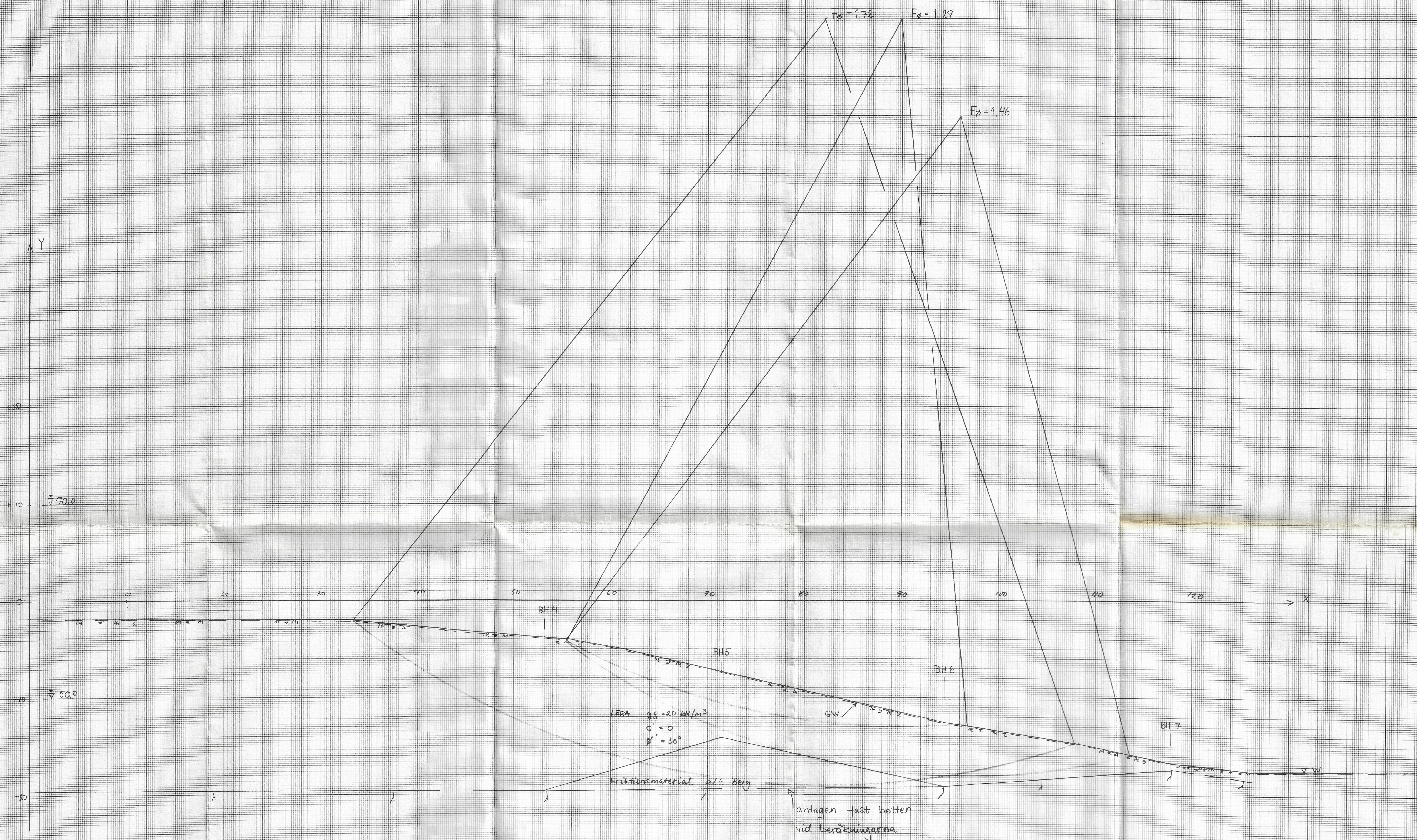
Ritning nr

Rev.

34302 050 230

G 503

SKALA 1:200



MARKS KOMMUN

göteborgs
förorter

INGENJÖRSKONTORET Box 5056, 402 22 Göteborg S
Telefon 031-81 02 60

Måtn. Rit. Handläggare
ÅKE W JOHANSSON

Göteborg
S-O WESTMAN / *Åke W. Johansson*

Rev. Ant. Revideringen avser Ref. Datum

STADSPLAN SLÄTTÄNG

SEKTION 4-7
STABILITETSBERÄKNING
GRUNDVATTENYTAN I MARKNIVÅN

SKALA 1:200

Uppdrag nr
34302 050 230

Ritning nr
G 504

Rev.

